

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-096729

(43)Date of publication of application : 25.03.2004

(51)Int.Cl.

H03F 1/07
H03F 3/60

(21)Application number : 2003-271858 (71)Applicant : HOKO KOKA DAIGAKKO

(22)Date of filing : 08.07.2003 (72)Inventor : KIM BUMMAN
YANG YOUNGGOO
CHA JEONGHYEON

(30)Priority

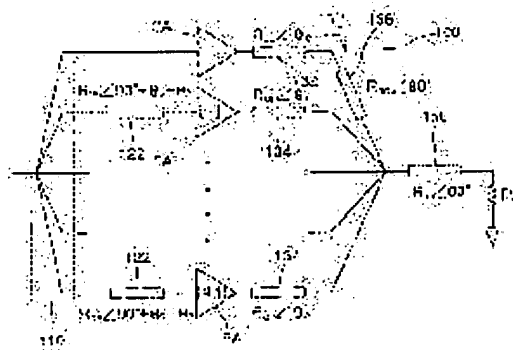
Priority number : 2002 200251501 Priority date : 29.08.2002 Priority country : KR

(54) DOHERTY AMPLIFIER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a Doherty amplifier which in relation to an ultrahigh frequency Doherty amplifier, can attain high efficiency and high linearization of a power amplifier of a mobile communication base station or a terminal by adopting a route extention system which makes pathways of N (natural number of $N \geq 2$) in particular and a tracking system, and which can improve price competitiveness and reliability.

SOLUTION: The Doherty amplifier comprising a certain carrier and peak amplifier, includes N (natural number of $N \geq 2$) pathways, the carrier amplifier arranged on any pathway in the above-mentioned N pathways, the peak amplifier arranged, respectively on N-1 pathways other than the pathway on which the carrier amplifier was arranged, an electric power distributing means for distributing the electric power to each of N pathways, and a quata wave impedance transformer for which the N pathways gather.



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-96729

(P2004-96729A)

(43) 公開日 平成16年3月25日(2004.3.25)

(51) Int. Cl.⁷H03F 1/07
H03F 3/60

F I

H03F 1/07
H03F 3/60

テーマコード (参考)

5J067
5J500

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2003-271858 (P2003-271858)	(71) 出願人	597101672
(22) 出願日	平成15年7月8日 (2003.7.8)		学校法人浦項工科大学校
(31) 優先権主張番号	2002-051501		大韓民国慶尚北道浦項市南区孝子洞山31番地
(32) 優先日	平成14年8月29日 (2002.8.29)	(74) 代理人	100072349
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		弁理士 八田 幹雄
		(74) 代理人	100102912
			弁理士 野上 敦
		(74) 代理人	100110995
			弁理士 奈良 泰男
		(74) 代理人	100111464
			弁理士 齋藤 悦子
		(74) 代理人	100114649
			弁理士 宇谷 勝幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ドハーティ増幅器

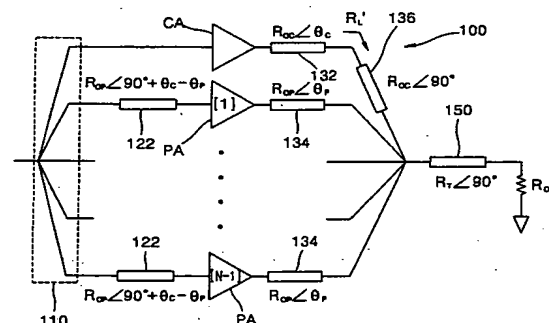
(57) 【要約】

【課題】 超高周波ドハーティ増幅器に係り、さらに詳細にはN (N≧2の自然数) 個の経路を有させる経路拡張方式と包絡線トラッキング方式とを採用することにより、移動通信基地局の電力増幅器または端末機の電力増幅器の高効率化及び高線形化を達成し、該当装置の価格競争力と信頼性を向上させることができるドハーティ増幅器を提供する。

【解決手段】 所定のキャリア増幅器とピーク増幅器とを含んでなるドハーティ増幅器において、N (N≧2の自然数) 個の経路と、前記N個の経路のいずれかのある経路上に配されるキャリア増幅器と、前記キャリア増幅器が配された経路以外の(N-1) 個の経路上にそれぞれ配されるピーク増幅器と、前記N個の経路それぞれに電力を分配するための電力分配手段と、前記N個の経路が集まるクォータウエーブインピダンストランスフォーマを含んでなる。

【選択図】

図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定のキャリア増幅器とピーク増幅器とを含んでなるドハーティ増幅器において、
 N ($N \geq 2$ の自然数) 個の経路と、
 前記 N 個の経路のいずれかの一経路上に配されるキャリア増幅器と、
 前記キャリア増幅器が配された経路以外の ($N - 1$) 個の経路上にそれぞれ配されるピーク増幅器と、
 前記 N 個の経路それぞれに電力を分配するための電力分配手段と、
 前記 N 個の経路が集まるクオータウエーブインピダンストランスフォーマとを含んでなることを特徴とするドハーティ増幅器。

10

【請求項 2】

前記キャリア増幅器及びピーク増幅器それぞれは全て同じトランジスタを使用して構成されることを特徴とする請求項 1 に記載のドハーティ増幅器。

【請求項 3】

前記クオータウエーブインピダンストランスフォーマの特性インピダンス R_T は、
 【数 1】

$$R_T = \sqrt{\frac{R_{OP} R_{OC}}{R_{OP}} R_O}$$

であり、

20

前記式において、 R_O は前記 R_T 後端に位置する出力ロード抵抗、

R_{OC} は前記キャリア増幅器後端に位置するオフセットラインの特性インピダンス、

R_{OP} は前記ピーク増幅器後端に位置するオフセットラインそれぞれの特性インピダンスであることを特徴とする請求項 1 に記載のドハーティ増幅器。

【請求項 4】

前記キャリア増幅器後端に位置する前記オフセットラインの特性インピダンスは所定の角度 θ_C を有し、

前記ピーク増幅器後端に位置するオフセットラインの特性インピダンスは所定の角度 θ_P を有し、

前記ピーク増幅器それぞれの前端には所定の角度 $90^\circ + \theta_C - \theta_P$ を有する伝送線路が位置することを特徴とする請求項 1 または 3 に記載のドハーティ増幅器。

30

【請求項 5】

前記キャリア増幅器とピーク増幅器のゲートバイアスを異ならせるドハーティ増幅器の特性を利用するために、弱電力では前記ピーク増幅器をオフにして強電力では前記ピーク増幅器を前記キャリア増幅器のバイアスレベルになるように徐々にオンにするための包絡線トラッキング手段を含むことを特徴とする請求項 1 に記載のドハーティ増幅器。

【請求項 6】

前記前記包絡線トラッキング手段は包絡線検出器と、前記包絡線検出器により検出された包絡線信号を減衰または増幅してオフセットを除去し、前記ピーク増幅器のゲート電圧に印加する包絡線シェーピング回路とを含んでなることを特徴とする請求項 5 に記載のドハーティ増幅器。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0-0 0 1】

本発明は、いわゆる超高周波ドハーティ増幅器に係り、さらに詳細には N ($N \geq 2$ の自然数) 個の経路 (way) を有する経路拡張方式と包絡線トラッキング方式とを採用することにより移動通信基地局の電力増幅器または端末機の電力増幅器の高効率化及び高線形化を達成し、該当装置の価格競争力と信頼性とを向上させるドハーティ増幅器に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2.】

50

当業者に公知のように、ドハーティ増幅器は強電力送信機の高能率変調方式に使われる増幅器の一つであり、B級増幅器、C級増幅器、インピダンス反転回路の組み合わせにより効率を向上させるものである。かようなドハーティ増幅器はクォータウエーブトランスフォーマ($\lambda/4$ ライン)を使用してキャリア増幅器とピーク(またはピーキング)増幅器とを並列に連結する方法を採る。

【0003】

前記ドハーティ増幅器のピーク増幅器(またはピーキング増幅器)は電力レベルにより負荷に供給する電流量を異ならせることによりキャリア増幅器の負荷ラインインピダンスを調節して効率を上げる。

【0004】

超高周波ドハーティ増幅器は1936年にW. H. ドハーティにより提案されたが、初期の超高周波ドハーティ増幅器は高出力長波真空管または高出力中波真空管を利用した放送装置の振幅変調(AM: Amplitude Modulation)伝送器に使われた。

【0005】

前記超高周波ドハーティ増幅器がAM伝送器に適用されて使われた後、前記超高周波ドハーティ増幅器を固体高出力伝送器に使用するためのさまざまな提案があり、実質的な具現のためのさまざまな方式が提案された。そのうちの 하나가図1に示された方式であるが、図1の方式は特性インピダンス Z_m , Z_b を有するクォータウエーブトランスフォーマ6, 8を使用してインピダンスを変換する方式である。その方式では整合部4による実数部のインピダンス整合だけ可能である。図1にて未説明の部材番号2は入力を分散させるスプリッタであり、 Z_a はスプリッタ2の2つの出力のうち一つを 90° 位相差を有するものとするための特性インピダンスである。

【0006】

図2に示された方式は前記超高周波ドハーティ増幅器が固体状態の高出力伝送器に適用された従来の他の実施の形態である。この方式はトランジスタQ1, Q2の出力部に整合回路24, 34をおき、その後端にオフセットライン26, 36を配することにより実数部だけではなく虚数部の整合も可能にして増幅器の出力を最大限得つつドハーティ動作を引き出す方式である。図にて未説明の図面符号2'は入力を分散させるための分配器であり、20はキャリア増幅部、30はピーク増幅部であり、 Z_1 , Z_2 , Z_3 それぞれは示された位相角を有する特性インピダンスである。

【0007】

ところで、前記のドハーティ増幅器は高出力増幅器に使われて所定の効率改善を達成するが、装置の高性能化及び高機能化に要求される増幅器の線形性向上には多少不足な面があった。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

従って、本発明がなそうとする技術的課題は、 N ($N \geq 2$ の自然数) 個の経路を有する経路拡張方式と包絡線トラッキング方式とを採用することにより移動通信基地局の電力増幅器または端末機の電力増幅器の適用時に高効率化及び高線形化を同時に達成して該装置の価格競争力と信頼性とを向上させるドハーティ増幅器を提供するところにその目的がある。

【0009】

本発明がなそうとする他の技術的課題は、全種類のドハーティ増幅器にて改善された効率特性を得るために、所定の入力包絡線信号を抽出してそれを適切にシェーピングした後でピーク増幅器のゲートバイアスに印加できるドハーティ増幅器を提供するところにその目的がある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

10

20

30

40

50

前記目的を達成するために本発明による超高周波ドハーティ増幅器は、所定のキャリア増幅器とピーク増幅器とを含んでなるドハーティ増幅器において、 N ($N \geq 2$ の自然数) 個の経路と、前記 N 個の経路のいずれかの一経路上に配されるキャリア増幅器と、前記キャリア増幅器が配された経路以外の ($N-1$) 個の経路上にそれぞれ配されるピーク増幅器と、前記 N 個の経路それぞれに電力を分配するための電力分配手段と、前記 N 個の経路が集まるクォータウエーブインピダンストランスフォーマとを含んでなることを特徴とする。

【0011】

本発明の望ましい実施の形態において、前記キャリア増幅器及びピーク増幅器それぞれは全て同じトランジスタを使用して構成される。

【0012】

本発明の望ましい実施の形態において、前記クォータウエーブインピダンストランスフォーマの特性インピダンス R_T は、

【0013】

【数1】

$$R_T = \sqrt{\frac{R_{OP} R_{OC}}{R_O}}$$

であり、

前記式において、 R_O は前記 R_T 後端に位置する出力ロード抵抗、 R_{OC} は前記キャリア増幅器後端に位置するオフセットラインの特性インピダンス、 R_{OP} は前記ピーク増幅器後端に位置するオフセットラインそれぞれの特性インピダンスである。

【0014】

本発明の望ましい実施の形態において、前記キャリア増幅器後端に位置する前記オフセットラインの特性インピダンスは所定の角度 θ_c を有し、前記ピーク増幅器後端に位置するオフセットラインの特性インピダンスは所定の角度 θ_p を有し、前記ピーク増幅器それぞれの前端には所定の角度 $90^\circ + \theta_c - \theta_p$ を有する伝送線路が位置する。

【0015】

本発明の望ましい実施の形態において、前記キャリア増幅器とピーク増幅器のゲートバイアスを異ならせるドハーティ増幅器の特性を利用するために、弱電力では前記ピーク増幅器をオフにして強電力では前記ピーク増幅器を前記キャリア増幅器のバイアスレベルになるように徐々にオンにするための包絡線トラッキング手段を含む。

【0016】

本発明の望ましい実施の形態において、前記包絡線トラッキング手段は包絡線検出器と、前記包絡線検出器により検出された包絡線信号を減衰または増幅してオフセットを除去し、前記ピーク増幅器のゲート電圧に印加する包絡線シェーピング回路とを含んでなる。

【発明の効果】

【0017】

以上にて説明されたように、本発明によるドハーティ増幅器は N ($N \geq 2$ の自然数) 個の経路拡張方式と包絡線トラッキング方式とを採用することにより、移動通信基地局の電力増幅器または端末機の電力増幅器に適用するとき高効率化及び高線形化を同時に達成でき、該当装置の価格競争力と信頼性とが向上できるメリットを提供する。

【0018】

また、本発明は全種類のドハーティ増幅器において改善された効率特性を得るために所定の入力包絡線信号を抽出してそれを適切にシェーピングした後で、ピーク増幅器のゲートバイアスに印加できる超高周波ドハーティ増幅器を提供するメリットを有する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、添付した図面を参照しつつ本発明による超高周波ドハーティ増幅器の望ましい実

10

20

30

40

50

施の形態を詳細に説明する。本発明を説明するとき、関連した公知技術または構成についての具体的な説明が本発明の要旨を不必要に曖昧にしようと判断される場合にはその詳細な説明は省略する。そして、後述される用語は本発明での機能を考慮して定義された用語であり、それはユーザ、運用者の意図または慣例により変わりうる。従って、その定義は本明細書全般にわたった内容を基に判断されなければならない。

【0020】

図3は本発明による超高周波ドハーティ増幅器の概念的な構成図であり、図4は図3のドハーティ増幅器の線形化現象を説明するためのグラフ、図5は本発明による包絡線トラッキング装置を装着したドハーティ増幅器の構成図である。図6は図5の包絡線トラッキング装置の包絡線シェーピング回路の一実施の形態の構成図であり、図7は図6の包絡線シェーピング回路を通過した信号についてのトランスファ曲線のグラフである。図8は図3にて経路数が3である場合 ($N=3$) に実験した線形化の結果スペクトル図面であり、図9は図5の包絡線トラッキング装置を $N=2$ であるドハーティ増幅器に装着した場合に得られる結果の効率を一般的なA B級増幅器の効率と比較したグラフである。

【0021】

まず、図3を参照すれば、図3は本発明による N ($N \geq 2$ の自然数) 個の経路に拡張された超高周波ドハーティ増幅器100を示したものであり、本発明によるドハーティ増幅器100は上端に位置した1個のキャリア増幅器CAと、キャリア増幅器CAの下に位置した $N-1$ 個のピーク増幅器PAとを含んで構成される。従って、本発明によるドハーティ増幅器は全体的に N 個の経路を有し、それぞれの経路に適切な電力を分配して印加するための電力分配器110を備える。電力分配器110は示された如く N 経路の一番前端に配される。それぞれのキャリアとピークとを含んだ増幅器CA, PA[1]... PA[N-1]は全て同じトランジスタを使用して構成できる。キャリア増幅器CA及びピーク増幅器PAを全て同じトランジスタを使用して構成した時、それらそれぞれの特性インピダンスを決めることができることから、出力において完全な電力結合が達成できる。そのために本発明のドハーティ増幅器100では出力ロード抵抗 R_0 の前に位置するクオタウエーブインピダンストランスフォーマ150が次の公式1のようなインピダンス R_T を持たねばならない。

【0022】

【数2】

<公式1>

$$R_T = \sqrt{\frac{R_{OP} R_{OC}}{R_{OP}}} R_0$$

公式1にて R_{OC} はキャリア増幅器CA後端に位置するオフセットライン132の特性インピダンスであり、 R_{OP} はピーク増幅器PA後端に位置するオフセットライン134それぞれの特性インピダンスである。

【0023】

一方、本発明のドハーティ増幅器100には示された如く出力のオフセットライン132, 134がキャリア増幅器CAとピーク増幅器PAの出力端にそれぞれ θ_c 、 θ_p の角度を持って位置する。前記のオフセットライン132, 134とドハーティ動作のためのキャリア増幅器132終端のクオタウエーブ伝送線路136の効果を補償するためにそれぞれのピーク増幅器PA入力端には所定の角度 $90^\circ + \theta_c - \theta_p$ を有する伝送線路122が配される。

【0024】

図4は本発明によるドハーティ増幅器の線形化原理を説明するための図面であり、3次の対信号トランスコンダクタンス (gm_3) のゲート電圧 V_{gs} による分布を示す。トランスコンダクタンスは非線形を有するが、それを信号サイズによる項数に展開でき、この時に1次項は一般的な増幅をする成分であって n 次項は n 次高調波を生成する成分である

ということは公知事実である。一般的な電界効果トランジスタ (FET) の場合、 g_{m3} はゲート電圧 V_{gs} により正から負に遷移をする。普通正常な AB 級バイアスの場合 (図 4 の $-\alpha$ 地点)、 g_{m3} は負になって B 級近くの適切な地点で α の値を有する地点を求められる。従って、横に結合された 2 つの増幅器のバイアスが変われば、互いに反対位相を有する 3 次相互混変調 (IM3) 成分を作り出し、結局最終出力において相殺される効果が得られる。ここで、もし N 個の経路があるドハーティ増幅器の場合、キャリア増幅器を $-\alpha$ 地点でバイアスした場合、 $\alpha / (N - 1)$ と $N - 1$ 個のピーク増幅器 PA のバイアスを調節するならば、非線形性により生成された 3 次高調波である IM3 成分を正確に相殺できる。普通 $N = 2$ であるドハーティ増幅器の場合、3 次を完全相殺するためには α にバイアスしなければならないが、この時バイアスがあまりにも低いと大きな 5 次以上の高次混変調歪が発生しうる。従って、最適な線形性改善を得るためには大きな高次混変調歪が発生しうる。従って、本発明のように最適な線形性改善を得るためには、高次混変調歪の発生を予防する必要がある、ピーク増幅器 PA の数を増やし相対的に高いバイアス条件下で 3 次混変調成分の相殺を可能にする経路の拡張 ($N \geq 3$) が必要である。

【0025】

図 5 は本発明による包絡線トラッキング装置 200 を有するドハーティ増幅器を示す。本発明による包絡線トラッキング装置 200 の最も主な特徴はキャリア増幅器 CA とピーク増幅器 PA のゲートバイアス電圧を異ならせるドハーティ増幅器の特性を利用することである。本発明の包絡線トラッキング装置 200 は弱電力ではピーク増幅器 PA をオフにして強電力ではピーク増幅器 PA をキャリア増幅器 CA のゲートバイアス電圧 $V_{GG, CARRIER}$ レベルになるように徐々にオンにする調節を包絡線トラッキングという方式で利用する。それにより、本発明による包絡線トラッキング装置 200 は包絡線が経時的に変わる変調された信号の増幅に適するようにし、ピーク増幅器 PA のゲートバイアス電圧 $V_{GG, PEAKING}$ を低く固定することにより生じうる利得低下と出力電力低下、線形性悪化を未然に防止する。本発明による包絡線トラッキング装置 200 は全ての既存ドハーティ増幅器だけではなく、図 3 に示されたような N 個の経路を有するドハーティ増幅器にも応用が可能であるということは当業者において自明である。

【0026】

図 5 にて部材番号 210 は包絡線を検出するための包絡線検出器であり、220 は包絡線検出器 210 から検出された包絡線信号を適切に変形するための包絡線シェーピング回路である。そして、部材番号 230 は入力ドハーティネットワークを示し、240 は出力ドハーティネットワークを示し、入力ドハーティネットワーク 230 と出力ドハーティネットワーク 240 間にはキャリア増幅器 CA とピーク増幅器 PA とが介在される。

【0027】

図 6 は図 5 に示された包絡線トラッキング装置 200 の包絡線シェーピング回路 220 の一実施の形態を示したものであり、包絡線検出器 210 を介して検出した低周波の包絡線信号を適切に減衰させて増幅してオフセットを抜き出すことにより図 7 のような包絡線電圧 V_{ENV} による出力電圧の変化を作り出し、それをピーク増幅器 PA のゲートバイアス電圧 $V_{GG, PEAKING}$ に印加するように作用する。

【0028】

図 7 にて地点 A は最大包絡線電圧を示す地点であり、B 地点はドハーティ増幅器 100 のピーク増幅器 PA がオンになる地点を示す。前記 B 地点は一般的に $N = 2$ である場合、出力電力として 6 dB 地点を示す所である。B 地点以下にてピーク増幅器 PA のゲートバイアス電圧 $V_{GG, PEAKING}$ は C になるが、それはピーク増幅器 PA をほとんど完全にオフにする地点とならなければならない。地点 A にてピーク増幅器 PA のゲートバイアス電圧 $V_{GG, PEAKING}$ は D になるが、それはピーク増幅器 PA のバイアスをキャリア増幅器 CA のゲートバイアス電圧 $V_{GG, CARRIER}$ と一致させる地点である。図 7 は包絡線シェーピング回路 220 と関連した一実施の形態のグラフであるが、そのグラフを応用して本発明のドハーティ増幅器に多様な変化を与えることによりドハーティ増幅器の線形性と効率とを最適化できる。

【0029】

図8は本発明の一実施の形態であり、 $N=3$ であるドハーティ増幅器を2.14GHz帯域で測定したスペクトルを示す。図8を参照すれば、本発明のドハーティ増幅器は比較対象のAB級増幅器に比べてすぐれた線形性を有することが分かる。図9は包絡線トラッキング装置200を装着した $N=2$ であるドハーティ増幅器のシミュレーション結果を示すグラフであり、そのグラフを参照すれば本発明のドハーティ増幅器は出力電力バックオフによりAB級増幅器に比べてすぐれた効率特性を有することが分かる。

【0030】

参考までに、図8の縦軸は単位周波当りの電力分布 (PSD: Power Spectral Density) であって各単位周波数当たりの電力分布を示し、図9の縦軸は有効効率 (PAE: Power Added Efficiency) であり、それは増幅器にて増幅しようとするなら直流 (DC) バイアスにてエネルギーを得てそのエネルギーを高周波に変換して増幅するが、DCバイアスに印加した電力にてどれほど増幅に寄与したかその効用性を示す。図8において、縦軸単位であるdBmは電力単位であるワット (正確にはミリワット) をログスケールに変換した電力単位であって、

変換公式 $dBm = 10 \log (Watt / 10^{-3})$ は当業者に自明である。

【0031】

以上本発明の望ましい実施の形態について詳細に記述したが、本発明が属する技術分野において当業者ならば、特許請求範囲に定義された本発明の精神及び範囲を外れずに本発明をさまざまに変形または変更して実施できることが分かるであろう。よって本発明の実施の形態変更は本発明の技術的範囲に含まれると解される。

【産業上の利用可能性】

【0032】

本発明は、移動通信基地局の電力増幅器または端末機の電力増幅器の高効率化及び高線形化を達成し、該当装置の価格競争力と信頼性とを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】従来技術による超高周波ドハーティ増幅器の一実施の形態の構成図である。

【図2】従来技術による超高周波ドハーティ増幅器の他の実施の形態の構成図である。

【図3】本発明による超高周波ドハーティ増幅器の構成図である。

【図4】図3のドハーティ増幅器の線形化現象を説明するためのグラフである。

【図5】本発明による包絡線トラッキング装置を装着したドハーティ増幅器の構成図である。

【図6】図5の包絡線トラッキング装置の包絡線シェーピング回路の一実施の形態の構成図である。

【図7】図6の包絡線シェーピング回路を通過した信号についてのトランスファ曲線のグラフである。

【図8】図3にて経路が3つ ($N=3$) である場合に実験した線形化の結果スペクトル図面である。

【図9】図5の包絡線トラッキング装置を経路が2つ ($N=2$) であるドハーティ増幅器に装着した場合に得られる結果の効率を一般的なAB級増幅器の効率と比較したグラフである。

【符号の説明】

【0034】

- 100 ドハーティ増幅器、
- 110 電力分配器、
- 122 入力端伝送線路、
- 132, 134 オフセットライン、
- 150 クオタウエーブインピダンストランスフォーマ、
- 200 包絡線トラッキング装置、

10

20

30

40

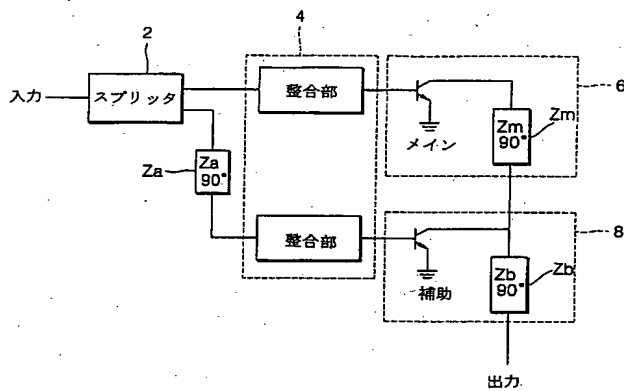
50

220 包絡線シェーピング回路、

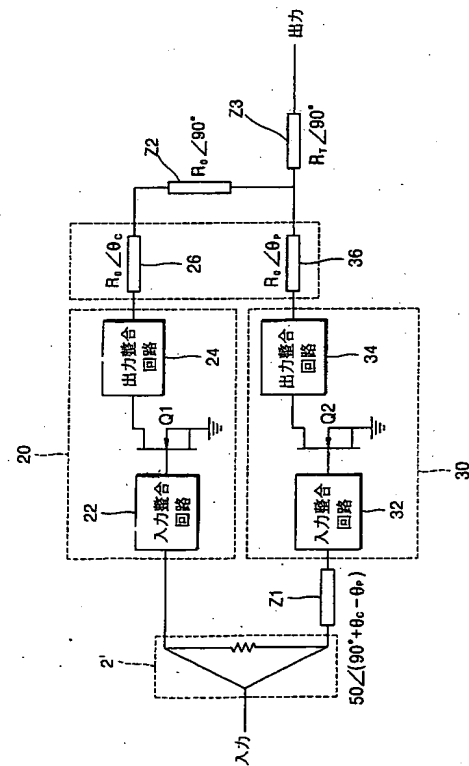
CA キャリア増幅器、

PA ピーク増幅器（またはピーキング増幅器）。

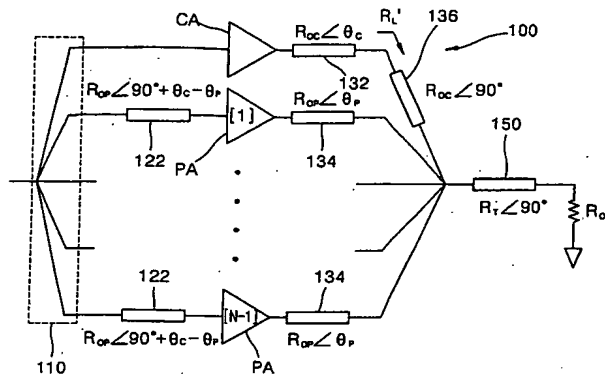
【図 1】



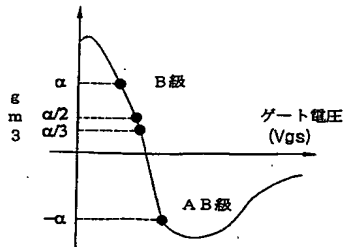
【図 2】



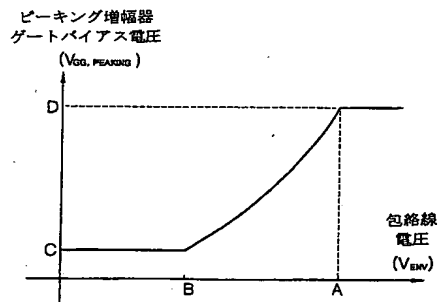
【図 3】



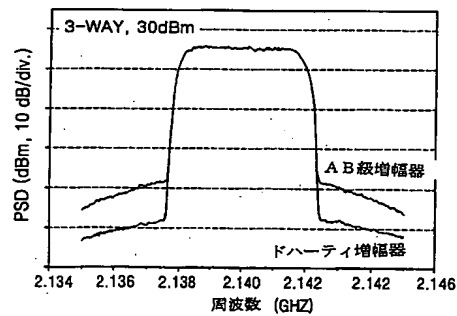
【図 4】



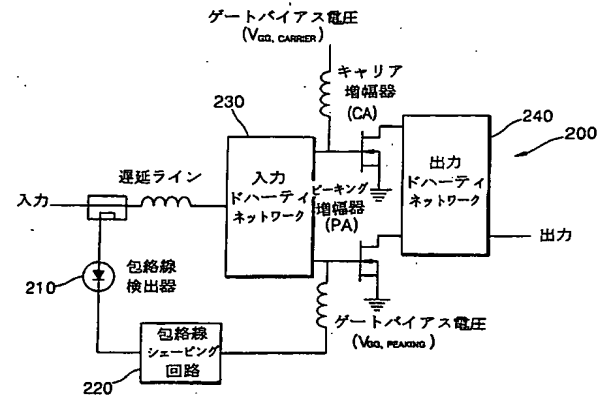
【図 7】



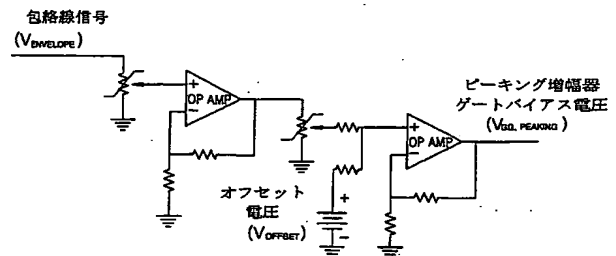
【図 8】



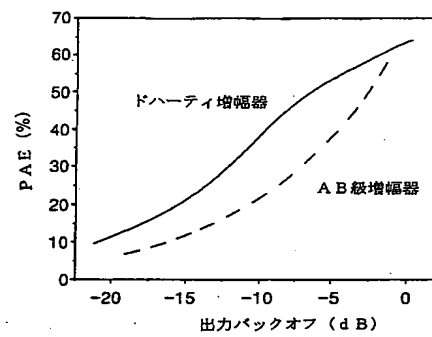
【図 5】



【図 6】



【図 9】



フロントページの続き

(74)代理人 100124615

弁理士 藤井 敏史

(72)発明者 金 汎 晩

大韓民国慶尚北道浦項市南区芝谷洞 1 1 0 番地 教授アパートシー棟 1 0 0 5 号

(72)発明者 梁 泳 龜

大韓民国慶尚北道浦項市南区芝谷洞 7 5 6 番地 浦項工科大学校寄宿舍 2 棟 1 0 2 号

(72)発明者 車 正 賢

大韓民国慶尚北道浦項市南区孝子洞山 3 1 番地 浦項工科大学校電子電気工学科

Fターム(参考) 5J067 AA01 AA04 AA63 CA21 CA36 CA58 CA87 FA00 HA02 HA09
HA25 HA33 KA00 KA01 KA12 KA29 KA55 KA68 KS01 KS11
LS01 SA13 TA01 TA02 TA03
5J500 AA01 AA04 AA26 AA41 AC21 AC36 AF15 AH02 AH09 AH25
AH26 AH33 AK00 AK01 AK15 AK29 AK68 AS14 AT01 AT02
AT03